

(51)

Int. Cl. 2:

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

F 16 G 15-12  
F 16 G 13-04  
F 16 H 7-06

DEUTSCHES PATENTAMT



DT 25 04 050 A1

(11)

# Offenlegungsschrift 25 04 050

(22)

Aktenzeichen: P 25 04 050.0

(23)

Anmeldetag: 31. 1. 75

(43)

Offenlegungstag: 14. 8. 75

(30)

Unionspriorität:

(22) (33) (31)

7. 2. 74 USA 440440

(54)

Bezeichnung: Antriebskette

(71)

Anmelder: Borg-Warner Corp., Chicago, Ill (V.St.A.)

(74)

Vertreter: Hauck, H.W., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Schmitz, W., Dipl.-Phys.; Graalfs, E., Dipl.-Ing.; Wehnert, W., Dipl.-Ing.; Carstens, W., Dipl.-Phys.; Pat.-Anwälte, 2000 Hamburg u. 8000 München

(72)

Erfinder: Jeffrey, Joseph O.; Allaben jun., Charles M.; Ithaca, N.Y. (V.St.A.)

2504050

Borg-Warner Corporation  
200 South Michigan Ave.  
Chicago, Ill. 60604, USA

31. Januar 1975

Anwaltsakte: M-3384

Antriebskette

Die Erfindung betrifft ein Kettenglied für eine Kette zur Übertragung von Kräften, welche eine Reihe sich überlappender Sätze von Kettengliedern aufweist und bei der Gelenkkörper in fluchtenden Durchbrüchen der Kettengliedern angeordnet sind. Die Erfindung betrifft ferner eine aus solchen Kettengliedern aufgebaute Kette.

In der Entwicklung von Abtriebsketten wurden ruhig laufende Zahnketten am Anfang so aufgebaut, daß Sätze von Kettengliedern an Gelenkstellen durch kreisförmige Stifte miteinander verbunden wurden. Später wurden die kreisförmigen Stifte durch ein zwei Gelenkkörper aufweisendes Gelenk ersetzt. Dabei weist ein derartiges Gelenk einen Stift und einen Kippkörper auf. Diese haben aneinander anliegende Flächen, von denen eine auf der anderen abwälzbar ist. Damit können die Gelenkkörper gegeneinander gekippt werden. Es sind schon verschiedene Arten von Stiften und Kippköpfen vorgeschlagen worden. In der US-PS 3 213 699 ist z.B. ein durch einen Stift und einen Kippkörper gebildetes Gelenk beschrieben, das aus Stiften und Kippköpfen aufgebaut ist, die, was

509833/0622

-2-

2504050

ihren Querschnitt anbelangt, praktisch identisch sind. Nach der US-PS 3 213 699 weist jeder Stift und jeder Kippkörper eine bogenförmige Kippfläche und eine bogenförmige Rückseite auf, die im wesentlichen konzentrisch zu der Kippfläche verläuft. Beim Zusammenbau einer Zahnkette mit so gestalteten Stiften und Kippkörpern kann durch Verdrehen eines Stiftes oder eines Kippkörpers um 180° derselbe falsch in die Öffnung des Kettengliedes eingesetzt werden. Möglicherweise wird dies bei einer Prüfung nicht bemerkt, was zu schlechtem Arbeiten der Kette und zu einem frühen Ausfall derselben führt. Da die Stifte und die Kippkörper nur eine Arbeitsfläche aufweisen, die auf der komplementären Arbeitsfläche des anderen Gelenkkörpers abgewälzt werden kann, müssen beide Gelenkkörper ausgetauscht werden, wenn eine dieser Arbeitsflächen abgenutzt ist.

Werden Stifte und Kippkörper nach dem oben angeführten Patent verwendet, so tritt eine weitere Schwierigkeit auf. Die Öffnungen der Kettenglieder, welche von den Stiften und den Kippkörpern durchsetzt werden, müssen notwendigerweise Abschnitte mit Unstetigkeiten aufweisen (z.B. Abschnitte mit einspringenden Winkeln oder kleinem Krümmungsradius), um die Gelenkkörper in der richtigen Lage halten zu können. Dies führt zum Auftreten hoher Spannungsbelastungen in der Nachbarschaft solcher unregelmäßig geformter Abschnitte und von Abschnitten mit kleinem Krümmungsradius. Deshalb müssen die Kettenglieder breiter gemacht werden und/oder eine andere Gestalt erhalten als erforderlich wäre, wenn die lokalen Spannungsspitzen herabgesetzt wären.

509833/0622

-3-

2504050

Gemäß dieser Erfindung wird ein durch einen Stift und einen Kippkörper gebildetes zweiteiliges Gelenk zur Verbindung von Sätzen von Kettengliedern einer Zahnkette für Antriebszwecke verwendet. Bei einer bevorzugten Ausführungsform weisen alle Stifte und Kippkörper nach Gestalt und Fläche gleichen Querschnitt auf, und der Querschnitt hat im wesentlichen gleichseitige, dreiflügelige, dreieckige Form, z.B. die Form einer konvexen, dreiflügeligen Hypotrochoide. Eine Hypotrochoide ist eine Kurve, die erhalten wird, wenn ein Punkt auf dem Umfang eines Rollkörpers mit Radius  $r$  verfolgt wird, der auf der Innenseite eines feststehenden Kreises mit Radius  $R$  abrollt. Ist  $R = 3r$ , so ist die erhaltene Kurve dreiflügelig. Genauer gesagt werden die Stifte und Kippkörper durch bogenförmige Seitenflächen begrenzt, die durch Ecken miteinander verbunden sind, von denen jede eine gekrümmte Fläche mit kleinerem Radius aufweist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Querschnitt eines jeden Stiftes und eines jeden Kippkörpers symmetrisch zu um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten Achsen. Da alle diese Gelenkteile den gleichen Querschnitt aufweisen und gleichseitig sind, kann jedes Teil eines jeden Paars in einer beliebigen von drei richtigen groben Orientierungen bezüglich des anderen Gelenktesles in die Öffnung eines Kettengliedes eingesetzt werden. Damit wird der Zusammenbau einer Kette gegenüber dem Zusammenbau bekannter Ketten, bei denen es weniger richtige Orientierungen gibt, erleichtert. Die Öffnungen in den Kettengliedern sind so gestaltet, daß nach Einsetzen der Gelenkkörper und bei Belastung der Anordnung in axialer Richtung jeder Gelenkkörper automatisch eine von drei möglichen richtigen genauen Orientierungen bezüglich des anderen Gelenkkörpers und der Öff-

509833/0622

-4-

2504050

nung aufsucht und erreicht. Das Einsetzen der Gelenkkörper in die Öffnungen der Kettenglieder wird damit ohne Beschädigung irgendeines der Teile erleichtert. Jede Art und Weise, in der die Gelenkkörper ohne Beschädigung irgendeines der Teile in die Öffnungen eingesetzt werden können, ist richtig.

Die im wesentlichen dreieckige, dreiflügelige Querschnittsform der Stifte und Kippkörper, d.h. der Gelenkkörper lässt sich recht wirtschaftlich herstellen. Diese Teile werden bei einer Wärmebehandlung viel weniger verformt als dies bei Gelenkkörpern mit bekannter Form der Fall ist.

Erfindungsgemäß weist jeder der Gelenkkörper drei Arbeitsflächen auf. Wird eine Abnutzung einer der Kippflächen beobachtet, so kann daher die Kette nach dem ersten Zusammenbau (bei der Herstellung) wieder neu verstiftet werden, indem einer oder beide der Gelenkkörper um  $120^{\circ}$  gedreht werden. Jedes Zähne tragende Kettenglied ist mit einem Paar von Öffnungen versehen. Jede dieser Öffnungen ist so ausgelegt, daß sie eine durch zwei Gelenkkörper gebildete Schwenkeinrichtung aufnehmen kann, daß sie einen der Gelenkkörper festhalten kann, und daß für den anderen Gelenkkörper ausreichendes Spiel verbleibt, so daß dieser auf dem festgehaltenen Gelenkkörper abrollen kann. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist jede der Öffnungen der Kettenglieder im wesentlichen eiförmige Gestalt auf, worunter im folgenden und in den Ansprüchen die Gestalt eines Längsschnittes durch ein Hühnerei verstanden wird. Jede Öffnung ist symmetrisch bezüglich ihrer eigenen Mittellinie in Längsrichtung; jede Öff-

509833 / 0622

-5-

2504050

nung ist kongruent mit einer anderen; und das Paar von einem Kettenglied getragener Öffnungen ist symmetrisch zu der Symmetrie-achse des Kettenglieder angeordnet, wobei die breiteren Enden näher beieinander liegen als die spitzeren Enden, in die die fest gehaltenen Gelenkkörper eingepaßt sind, wobei die breiteren Enden auch der Öffnungen/etwas weiter von einer die Spitzen der von dem Kettenglied getragenen Zähne verbindenden Linie liegen können als die spitzeren Enden der Öffnungen.

Im Rahmen dieser Erfindung brauchen die in den Kettengliedern vorgesehenen Öffnungen nicht schräg liegen. Z.B. können die Mittellinien der Öffnungen in Längsrichtung in gleicher Richtung verlaufen, wie die Zuglinie der Kette im geraden Zustand, oder sie können in entgegengesetzter Weise schräg zu der Zuglinie verlaufen wie bei dem nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel. Die mit nach unten weisenden Zähnen versehenen Kettenglieder der Kette weisen denselben Aufbau auf; es können jedoch auch andere Formen für die Kettenglieder Verwendung finden. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die Kette ferner Führungsglieder auf, die ebenfalls unter sich gleich sind. Damit weist bei dem bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Kette Zähne tragende Kettenglieder einer Form und Führungsglieder einer anderen Form auf, wobei Stifte und Kippkörper diese miteinander verbinden. Falls gewünscht, kann die Kette auch so hergestellt und/oder zusammengebaut werden, daß sie gegenüberliegende Zähne, d.h. in entgegengesetzte Richtung weisende Zähne aufweist.

509833/0622

2504050

Die Form der in den Kettengliedern vorgesehenen Öffnungen ist so gewählt, daß die Öffnungen eine durchlaufende Wand mit sanft ineinander übergehenden Wandabschnitten aufweist. Hierdurch werden die hohen Spannungsspitzen beträchtlich herabgesetzt, die bei einem Kettenglied auftreten, das die abgewandelten im wesentlichen kreisförmig gestalteten bisher bekannten Öffnungen aufweist, welche ihrerseits Abschnitte mit verhältnismäßig scharfen Ecken aufweisen. Die Öffnungen in einem Kettenglied gemäß dieser Erfindung stellen eine Öffnung zur Aufnahme von Stiften mit im wesentlichen gleicher Querschnittsfläche des Stiftes bei gegebener Kettengröße wie bei den herkömmlichen Ketten dar. Darüber hinaus hat jede Öffnung in einem Kettenglied gemäß dieser Erfindung eine Kräfte übertragende Wandfläche, die bei ihrem schmäleren Ende einen bogenförmigen Abschnitt und gekrümmte Seitenabschnitte aufweist, wobei die Kräfte übertragende Wandfläche einen Stift mit im wesentlichen komplementären Seiten und einem im wesentlichen komplementären bogenförmigen Abschnitt aufnimmt, deren Gestalt der Form der Kräfte aufnehmenden Wandfläche angeglichen ist, so daß ein guter Sitz an der Berührfläche zwischen dem Stift und der Öffnung bei belasteter Kette erhalten wird. Damit wird ein Kettenglied mit stark vermindernden Spannungsspitzen erhalten. Zugleich erhält man eine Kette mit einer gegenüber bekannten Kette erheblich vergrößerten Zugfestigkeit.

Bei der weiter unten im einzelnen noch beschriebenen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung haben die Gelenkkörper den gleichen Querschnitt. Im Rahmen der Erfindung können jedoch auch zwei Gelenkkörper Verwendung finden, die sich bezüglich ihrer Größe und

2504050

Gestalt unterscheiden. Z.B. kann ein Gelenkkörper eine größere Querschnittsfläche als der andere aufweisen und trotzdem dieselbe Querschnittsgestalt haben. Die Gelenkkörper können unterschiedliche Querschnitte aufweisen, und trotzdem kann jeder von ihnen im wesentlichen dreieckigen Querschnitt oder einen Querschnitt in Form einer dreiflügeligen Hypotrochoide aufweisen.

Ein weiterer wesentlicher Zug der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Krümmung des Stiftes zwischen zwei benachbarten Arbeitsflächen dieselbe ist wie die Krümmung der Öffnung zwischen den entsprechenden Flächen bei deren schmalerem Ende, wenn die Kette belastet wird. Wird die Kette zusammengebaut, so werden die Kettenglieder so angeordnet, daß sie wechselseitig miteinander verbunden sind und sich überlappen, und dann werden die Gelenkkörper durch die fluchtenden Öffnungen, die einen durchgehenden Durchgang bilden, in eine Reihe von Kettengliedern eingesetzt. Nachdem die Gelenkkörper richtig angebracht und befestigt worden sind, wird die Kette einer Zugbelastung ausgesetzt, um die Gelenkkörper voll aufzusetzen. Dies kann bei der Prüfung der Kette mit Prüfbelastung erfolgen.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 eine teilweise Aufsicht auf eine erfindungsgemäße Kette, wobei Teile weggebrochen sind;

Fig. 2 eine seitliche Ansicht auf die in Fig. 1 dargestellte Kette

509833/0622

-8-

2504050

in Richtung der Linie 2 - 2 von Fig. 1, wobei die Gelenkkörper im Schnitt dargestellt sind;

Fig. 3 eine Aufsicht auf ein Kettenglied der in den Fign. 1 und 2 dargestellten Kette;

Fig. 4 Einzelheiten der Form einer Öffnung in einem Kettenglied und der Form der Gelenkkörper;

Fig. 5 eine Darstellung der geometrischen Form der Gliederöffnung und der Gestalt der Gelenkkörper;

Fig. 6 ein Schaubild, anhand dessen die Erzeugung einer dreiflügeligen Hypotrochoide erläutert wird;

Fign. 7 bis 10 unterschiedliche Hypotrochoiden, welche für unterschiedliche Werte der Konstanten "a" erhalten werden;

Fig. 11 ein Schaubild, anhand dessen die Erzeugung einer einer Hypotrochoiden ähnlichen Gestaltsform erläutert wird; und

Fig. 12 ein Kettenantrieb, bei dem in Abstand angeordnete Kettenräder durch eine erfindungsgemäße Zahnkette verbunden sind.

Die Fign. 1 und 2 zeigen eine erfindungsgemäße Zahnkette 10, welche eine Mehrzahl gleicher nach unten weisende Zähne tragender Kettenglieder 12 aufweist. Die Kettenglieder 12 sind in der Zahnkette 10 in gegeneinander versetzten Kettengliedersätzen 14 und 16

509833 / 0622

2504050

fluchtender Kettenglieder angeordnet. Diese sind miteinander durch Wälzgelenke 18 verbunden, die zwei Gelenkkörper, nämlich einen Stift 20 und einen Kippkörper 22 aufweisen. Dabei weisen die Gelenkkörper den gleichen Querschnitt auf und finden in Gliederöffnungen 24 Aufnahme.

Die zusammengebauten Gliederkettensätze werden von Führungsgliedern 26 flankiert, durch welche die Zahnkette 10 auf einem Kettenrad positioniert wird. Wahlweise können nicht dargestellte innen liegende Führungsglieder verwendet werden, um die Zahnkette auf einem eine Nut aufweisenden Kettenrad zu positionieren. Der Stift 20 weist eine größere Länge auf als der Kippkörper 22. An seinen Enden ist er mit Mitteln versehen, durch welche die äußersten Kettenglieder, bzw. die Führungsglieder 26 falls vorhanden, befestigt werden und die zusammengesetzten Kettenglieder zusammengehalten werden. Hierzu können Nietköpfe oder Vorsteckstifte Verwendung finden.

Der einzige Unterschied zwischen den Abmessungen eines Stiftes und eines Kippkörpers ist deren Länge. Die Länge des Stiftes ist grösser als die des Kippkörpers. Von der Funktion her ist der einzige Unterschied zwischen einem Stift und einem Kippkörper der, daß der Stift zum Zusammenhalten der Zahnkette in seitlicher Richtung dient. Im folgenden werden daher der Stift und der Kippkörper oft gleichermaßen als Gelenkkörper bezeichnet.

Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gleichen sich die Gelenkkörper bezüglich ihrer Querschnittsform und ihrer Quer-

509833/0622

-10-

2504050

schnittsfläche. Der Querschnitt jedes Gelenkkörpers hat im wesentlichen dreieckige oder dreiflügelige Gestalt, wobei gekrümmte Arbeitsflächen 30 einen verhältnismäßig großen Krümmungsradius aufweisen. Benachbarte Arbeitsflächen 30 der Gelenkkörper sind durch gebogene Ecken 32 mit kleinerem Krümmungsradius derart verbunden, daß eine zu um  $120^{\circ}$  gegeneinander versetzten Achsen symmetrische Anordnung erhalten wird. Eine derartige Querschnittsform wird durch Verwendung einer dreiflügeligen Hypotrochoide erhalten, die in der weiter unten beschriebenen Art und Weise erzeugt werden kann.

Ein wichtiges Merkmal der Erfindung ist die Gestaltung der Wälzgelenke 18 insbesondere im Hinblick auf die Gestalt der Gliederöffnungen, durch welche sich die Gelenkkörper erstrecken und im Hinblick auf die Stelle, an der die Gliederöffnungen vorgesehen werden.

Die Fig. 3 zeigt Einzelheiten des erfindungsgemäßen Kettengliedes 12 in größerem Maßstabe. Das Kettenglied 12 trägt nach unten weisende äußere Zahnabschnitte 15, die durch eine glatte stetige Innenfläche 17 verbunden sind. An in Fig. 2 dargestellten Flanken 12A liegen die Kettenglieder 12 beispielsweise an den Zähnen eines Kettenrades oder eines anderen Teiles einer Transmission an. Innen liegende Flanken 12B der Kettenglieder können ein solches Kettenrad berühren oder auch nicht.

Eine in den Fign. 2 bis 4 dargestellte Zuglinie 34 ist eine gedachte Linie, die von dem Berührpunkt zwischen den Gelenkkörpern

2504050

einer Gliederöffnung zu dem Berührpunkt zwischen den Gelenkkörpern einer anderen Gliederöffnung verläuft. Bei einer geraden Zahnkette sind alle Zuglinien 34 parallel zueinander, liegen in derselben Ebene und weisen die durch die Zuglinie 34 der Figur. 2 bis 4 wieder gegebene Orientierung zu dem Kettenglied 12 auf. Spannungsoptische Untersuchungen haben bestätigt, daß die Form der Gliederöffnungen 24 und die Stelle, an der sie angeordnet sind, wodurch die Zuglinie 34 vorgegeben ist, so gewählt ist, daß die maximalen Spannungsbelastungen bei oberen und unteren Wandabschnitten 38 und 40 der Gliederöffnungen 24 im wesentlichen einander gleich sind. Eine die Zahnfüße der Kettenglieder 12 verbindende Verbindungsfläche 19 ist weit genug unterhalb der Zuglinie 34 angeordnet und so gestaltet, daß bei Belastung der Zahnkette die maximale Spannungsbelastung in der Verbindungsfläche 19 in etwa gleich der in den Wandabschnitten 38 und 40 der Gliederöffnungen 24 ist, diese jedoch nicht überschreitet. Dieser Ausgleich der kritischen Spannungsbelastungen ist auch durch Zugversuche und Ermüdungsversuch an Zahnrädern mit einem Zahnabstand von 1 cm (3/8 Zoll) experimentell bestätigt worden. Bei diesen brach ungefähr dieselbe Anzahl von Kettengliedern durch die Verbindungsfläche 19 zur Rückseite des Kettengliedes wie durch einen von der Gliederöffnung 24 ausgehenden Bruch ausfielen.

Jede der Gliederöffnungen 24 ist symmetrisch zu der Mittellinie 21 des Kettengliedes 12 angeordnet und weist gleichen Abstand von derselben auf. Die Gliederöffnungen 24 haben im wesentlichen eiformige Gestalt, d.h. ihre Gestalt entspricht der eines Längsschnittes durch ein Hühnerei. Bei der dargestellten Ausführungs-

509833/0622

-12-

2504050

form ist eine Mittellinie 46 der Gliederöffnung 24 selbst, zu der sie symmetrisch ausgebildet ist, schräg zu der Zuglinie 34 der Zahnkette 10 angeordnet, wenn die Zahnkette 10 geradlinig verläuft. Jede Gliederöffnung 24 ist gestreckt und hat Wände mit glatt ineinander übergehenden Abschnitten, wobei die Mittellinie 46 einer jeden Gliederöffnung 24 im wesentlichen in Längsrichtung eines jeden Kettengliedes 12 verläuft.

Im Rahmen der Erfindung kann die Mittellinie 46 der Gliederöffnung 24, zu der die letztere symmetrisch ist, bei geradlinig gestreckter Zahnkette auf der Zuglinie 34 liegen. Sie kann auch unter einem anderen Winkel als bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel angestellt sein.

Im folgenden werden die verschiedenen Abschnitte der die einzelnen Gliederöffnungen und die Gelenkkörper begrenzenden Flächen beschrieben. Die Gliederöffnung 24 hat, wie oben beschrieben, die Gestalt des Längsschnittes durch ein Hühnerei, d.h. sie hat eine von einer Ellipse im strengen Sinne abweichende Form, wobei eines ihrer Enden schmäler ist als das gegenüberliegende Ende. In jedem Falle ist jedoch die Gliederöffnung 24 symmetrisch zu ihrer Mittellinie 46.

In Fig. 5 ist die Gestalt der Gliederöffnungen 24 der Kettenglieder 12 und die Gestalt der Oberflächen der Gelenkkörper 20 und 22 näher dargestellt.

Die die Gliederöffnung 24 begrenzenden Wandflächen sind durchlaufend und weisen keine einspringenden Flächenabschnitte auf. Dies

509833/0622

2504050

ist zur Vermeidung von Spannungsspitzen um die Gliederöffnung 24 herum sehr wichtig. Die Gliederöffnung ist so gestaltet, daß sie zum Ende des Kettengliedes hin ein schmales Ende und zur Mitte des Kettengliedes hin ein demgegenüber breiteres Ende aufweist.

Jede Gliederöffnung ist so geformt, daß bei Belastung der zusammengebauten Zahnkette ein Flügel eines Gelenkkörpers an einem stärker gekrümmten Stirnwandabschnitt 36 einer jeden Gliederöffnung 24 anliegt, und daß die benachbarten Arbeitsflächen 30 des Gelenkkörpers 20 zumindest einen Abschnitt der beiden benachbarten Wandabschnitte 38 und 40 der Gliederöffnung 24 berühren und an diesem anliegen. Die Wandflächen der Gliederöffnungen weisen im wesentlichen eine zu der Krümmung der Arbeitsflächen 30 der Gliederkörper 20 und 22 komplementäre Krümmung auf und laufen bei dem schmaleren Stirnwandabschnitt 36 aufeinander zu. Vorzugsweise ist die Gestalt der Gliederöffnung und des Gelenkkörpers so gewählt, daß der Gelenkkörper in den Stirnabschnitt 36 eingreift und völlig in diesem einsitzt, wenn die Zahnkette unter Zugbelastung gesetzt oder beansprucht wird. Durch dieses Einsitzen wird eine durchgängige flächige Berührung zwischen dem Gelenkkörper und der Gliederöffnung sichergestellt, wodurch lokale Spannungsspitzen im Bereich des Stirnabschnittes 36 des Kettengliedes vermieden werden. Der Stirnwandabschnitt 36 und die benachbarten Wandabschnitte 38 und 40 stellen zusammen eine in der Gliederöffnung 24 ausgebildete Kräfte übertragende Fläche dar, da die über die Zahnkette übertragenen Kräfte zwischen den Gelenkkörpern 20 oder 22 und der Wand der Gliederöffnung 24 im Bereich des Stirnwandabschnittes 36 übertragen werden. Ein breiterer Endabschnitt 42 jeder Gliederöffnung 24

509833/0622

-14-

2504050

(vergl. Fign. 2 und 4) erlaubt eine Rollbewegung der Gelenkkörper gegeneinander. Bei der bevorzugten Ausführungsform endet der breitere Endabschnitt 42, wie aus den Fign. 3 und 5 ersichtlich ist, in einem einzigen großen Radius aufweisenden Kreisbogen, der zwei Funktionen erfüllt. Zum einen werden erhöhte Spannungen in seiner Nachbarschaft vermindert, zum anderen wird das Einsetzen der Gelenkkörper beim Zusammenbau der Zahnkette dadurch erleichtert, daß hierfür mehr Spielraum zur Verfügung gestellt wird. Läuft die Kette längs eines gekrümmten Weges, so werden die Gelenkkörper auf benachbarten Arbeitsflächen 30 gegeneinander gekippt.

Um eine geeignete Querschnittsfläche für Gelenkkörper und geeignete Arbeitsflächen 30 derselben zu erhalten, kann eine dreiflügelige Hypotrochoide verwendet werden. Deren Erzeugung wird nachstehend beschrieben.

Fig. 6 zeigt einen erzeugenden Kreis mit Radius  $CA = r$ , der ohne Gleiten auf der Innenseite eines feststehenden Kreises mit Radius  $DA = R$  rollt. Am Anfang berührt der feststehende Kreis den erzeugenden Kreis bei dem Punkt A, und der Punkt O ist irgendein Punkt im Abstand  $OC = ar$  vom Mittelpunkt C des erzeugenden Kreises. Der erzeugende Kreis wird nun im Uhrzeigersinn in Berührung mit der Innenseite des feststehenden Kreises stehend zum Punkt B gedreht. Der Punkt C wird dann in den Punkt  $C'$  übergeführt, der Berührpunkt A in den Punkt  $A'$  und der Punkt O in den Punkt  $O'$ . Der Bogen  $A'B$  ist gleich dem Bogen  $AB$  und hat die Länge  $R\alpha$ , wobei  $\alpha$  im Bogenmaß gemessen ist. Infolgedessen sind die Winkel  $BC'A' = R \alpha/r$ ,

$$O'C'E = O'C'D - EC'D = (R\alpha/r) - \alpha = (R/r - 1)\alpha.$$

Ferner ist  $O'C' = OC = ar$ .

Die Koordinate des Punktes  $O'$   $y = DF = DE + EF$  erhält man aus

$$DE = DC' \sin \alpha = (R - r) \sin \alpha$$

$$EF = O'C' \sin O'C'E = ar \sin [(R/r - 1)\alpha]$$

$$\text{Daher ist } y = (R - r) \sin \alpha + ar \sin [(R/r - 1)\alpha]$$

$$\text{Analog erhält man } x = (R - r) \cos \alpha - ar \cos [(R/r - 1)\alpha]$$

Damit die durch die Bewegung des Punktes  $O$  erzeugte Kurve geschlossen ist, muß das Verhältnis von  $R$  zu  $r$  eine ganze Zahl sein, wobei der Wert dieser ganzen Zahl die Zahl der Flügel der Hypotrochoide bestimmt. Um wie bei dem betrachteten Ausführungsbeispiel eine dreiflügelige Hypotrochoide (Form des Gelenkkörpers) zu erhalten, muß die ganze Zahl gleich 3 sein.

Setzt man  $R = 3r$ , so gehen die obigen Gleichungen über in

$$y = r(2 \sin \alpha + a \sin 2\alpha)$$

$$x = r(2 \cos \alpha - a \cos 2\alpha).$$

Be-

Unter Verwendung der rechnungsformeln zum Bestimmen des Krümmungsradius  $\rho$  und des Tangens des Neigungswinkels  $\theta$  eines Fahrstrahles an einen beliebigen Punkt der erzeugten Kurve erhält man

2504050

$$\rho = \frac{2r(1+a^2+2a\cos 3\alpha)^{1.5}}{1-2a^2-a\cos 3\alpha}$$

$$\theta = \frac{\sin \alpha - a \sin 2\alpha}{\cos \alpha + a \cos 2\alpha}.$$

Die nachstehende Tabelle gibt Werte für  $x/r$ ,  $y/r$ ,  $\rho/r$  und Tangens  $\theta$  für einige Werte von  $\alpha$ :

$\alpha$	$y/r$	$x/r$	$\rho/r$	$\tan \theta$
0	0	$2 - a$	$2(1+a)^2/(1-2a)$	0
$30^\circ$	$1 + .866 a$	$1.732 - .5a$	$2(1+a^2)^{1.5}/(1-2a^2)$	$.5 - .866a$
$60^\circ$	$1.732 + .866a$	$1 + .5a$	$2(1-a)^2/(1+2a)$	$1.732$
$180^\circ$	0	$-(2 + a)$	$2(1-a)^2/(1+2a)$	0

Die Fign. 7 bis 10 der Zeichnung zeigen einige fertige Hypotrochoiden. Der Radius  $r$  des erzeugenden Kreises ist für jede Figur der selbe und bei jeder der Fign. 7 bis 10 hat der feststehende Kreis einen Radius  $R = 3 r$ . Die erhaltenen Kurvenformen unterscheiden sich durch den für die Konstante "a" gewählten Wert. Ist "a" = 0, so ist die erzeugte Kurve offensichtlich ein Kreis mit Radius  $2r$ . Wird "a" auf 0,5 erhöht, so nähert sich die Gestalt der Kurve einem Dreieck mit abgerundeten Ecken. Ist "a" größer als 0,5, so werden die Seiten konkav und die Ecken werden schärfner. Ist  $a = 1,0$ , so erhält man eine unter dem Namen Hypozykloide bekannte Kurve. Ihre Seiten sind noch stärker konkav und ihre scharfen Ecken werden durch Punkte gebildet, die auf dem feststehenden Kreis liegen.

509833/0622

-17-

2504050

Im Rahmen dieser Erfindung sind geeignete Werte von "a", solche die im Bereich von größer als 0 und kleiner als 0,5 liegen, wobei vorzugsweise Werte im Bereich von 0,15 bis nahe bei 0,5 verwendet werden. Hat "a" den Wert 0,3, so erhält man eine Kurve ähnlich zu der in Fig. 7 dargestellten. Die Form dieser Kurve kann sehr gut dadurch angenähert werden, daß man eine Kurve aus Kreisbögen zusammensetzt, wie in Fig. 11 dargestellt ist. Dort sind die Seiten der Kurve durch Kreisbögen mit einem Radius G gebildet, während die Ecken durch Kreisbögen mit einem Radius g gebildet sind. Die Kreisbögen sind auf um  $120^{\circ}$  gegeneinander versetzten Achsen angeordnet.

Alle Abmessungen der Kettenteile sind vorzugsweise auf den Zahnabstand der Kette bezogen. Der Radius des stärker gekrümmten Stirnwandabschnittes 36 der Gliederöffnung ist vorzugsweise 60% des Radius des größeren Endabschnittes 42; ferner ist der Radius der ausgedehnteren Arbeitsflächen 30 der Stifte vorzugsweise halb so groß wie der Zahnabstand der Kette. In der Praxis kann von diesen Werten abgewichen werden, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Da jeder der Gelenkkörper drei Arbeitsflächen 30 aufweist, kann die Zahnkette beim Auftreten von Abnutzungerscheinungen auf den Arbeitsflächen benachbarter Gelenkkörper (über diese sind die Gelenkkörper gegeneinander kippbar) wieder neu zusammengesetzt und verstiftet werden, indem einer der Gelenkkörper oder beide Gelenkkörper um  $120^{\circ}$  gedreht werden, wodurch ein Wälzgelenk neue nicht abgenützte Arbeitsflächen erhält.

509833/0622

2504050

Da die Gliederöffnung eine durchlaufende glatte Form aufweist, werden erhöhte Spannungen im Kettenglied vermieden, welche bei den bekannten Ketten durch die abgewandelten im wesentlichen kreisförmigen Gliederöffnungen und die verhältnismäßig scharfen Ecken hervorgerufen werden. Da die erfindungsgemäße Gliederöffnung glatte Gestalt und gestreckte Form aufweist, bildet sie eine Öffnung, durch welche bei gleicher Größe des Kettengliedes Gelenkkörper mit gleicher Querschnittsfläche aufgenommen werden können, wie bei den bekannten Ketten.

Die erfindungsgemäße Abstimmung der Form der Gelenkkörper und der Gliederöffnungen führt zu einem gleichmäßiger belasteten Kettenglied. Damit erhält man eine beachtliche Vergrößerung der Zugfestigkeit der Kette gegenüber bekannten Ketten. Eine gemäß dieser Erfindung hergestellte Kette weist z.B. eine um 60% größere Zugfähigkeit auf als eine nach der US-PS 3 219 699 gefertigte herkömmliche Kette mit gleichem Zahnabstand und gleicher Breite auf.

Zum Vergleich der Zugfestigkeit, d.h. der Bruchbelastung von ausgleich behandeltem Material gemäß der vorliegenden Erfindung bzw. der US-PS 3 219 699 gefertigten Ketten mit einem Zahnabstand von 1 cm (3/8 inch), einer Breite von 5 cm (2 inch) und einer Länge vom 82fachen des Zahnabstandes wurden/auf einer Riehle-Universalprüfmaschine geprüft. Bei dieser Prüfung war die Universalprüfmaschine mit zwei Rollen mit einem Durchmesser von 11 cm (4,5 inch) versehen, von denen eine hydraulisch angetrieben wurde. Die auf die Kette ausgeübte Kraft wurde gemessen.

509833 / 0622

-19-

2504050

Jede Kette wurde so zusammengebaut, daß sie eine geschlossene Schleife bildete, und die Schleife wurde über die beiden Rollen gelegt. Die Universalprüfmaschine wurde dann mit Strömungsmittel beaufschlagt, und die Kette wurde so lange auf Zug beansprucht, bis sie brach, wobei die auf die Kette ausgeübte Kraft gemessen wurde.

Zwei Ketten jeden Typs wurden in der oben beschriebenen Weise geprüft. Eine der erfindungsgemäß gefertigten Ketten brach bei einer Belastung von 22.700 kg (50,000 lbs), die andere bei einer Belastung von 22.380 kg (49,300 lbs).

Die nach der US-PS 3 219 699 gefertigten Ketten wurden in gleicher Weise geprüft. Eine Kette brach bei einer Belastung von 16.480 kg (31,900 lbs), die andere brach bei einer Belastung von 16.150 kg (31,300 lbs). Bei der zweiten Kette brach ein Kettenglied bei einer Belastung von 13.440 kg und ferner kurz unterhalb von 16.000 kg. Zugleich gab die Kette bedenklich nach.

Durch Mittelwertbildung aus den beiden Prüfungen folgt, daß die erfindungsgemäße Kette eine um 60% größere Bruchfestigkeit als die nach dem US-PS 3 219 699 gefertigte Kette aufweist.

In Fig. 12 wird durch die erfindungsgemäße Zahnkette 10 ein Paar Kettenräder 52 und 54 miteinander verbunden, welche auf drehbaren Wellen 56 bzw. 58 angeordnet sind. Eine der drehbaren Wellen wird angetrieben. Wie dargestellt, liegen die Flanken 12A der Kettenglieder an Wänden 60 der Zähne der Kettenräder 52 und 54 an.

509833/0622

-20-

2504050

Borg-Warner Corporation  
200 South Michigan Ave.  
Chicago, Ill. 60604, USA

31. Januar 1975

Anwaltsakte: M-3384

Patentansprüche

1. Kettenglied für eine Kette zur Übertragung von Kräften, welche eine Reihe von sich überlappenden Sätzen von Kettengliedern aufweist und bei der Gelenkkörper in fluchtenden Durchbrüchen der Kettenglieder angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Gliederöffnung (24) mit im wesentlichen eiförmiger Gestalt aufweist, die ihrerseits eine glatte durchgehende Wand mit einem verhältnismäßig breiten Endabschnitt (42) und einem schmaleren Stirnabschnitt (38, 36, 40) aufweist, wobei der schmalere Endabschnitt durch zwei aufeinander zulaufende Wandabschnitte (38, 40) gebildet ist, die durch einen bogenförmigen Endabschnitt (36) miteinander verbunden sind, so daß eine Fläche zur Übertragung von Kräften gebildet wird.
  
2. Kettenglied nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kräfte übertragenden Fläche (38, 36, 40) ein Stift (20, 22) Aufnahme finden kann, welcher eine im wesentlichen zu der Gestalt der Kräfte übertragenden Fläche des Kettengliedes (12) komplementäre Fläche (30, 32, 30) aufweist.

2504050

3. Kette zur Übertragung von Kräften, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Reihe von sich überlappenden und wechselseitig miteinander verbundenen Sätzen von Kettengliedern (12) nach einem der Ansprüche 1 oder 2 aufweist, daß in den fluchtend angeordneten Gliederöffnungen (24) der Kettenglieder (12) Schwenkmittel (20, 22) angeordnet sind, wobei die Gliederöffnungen (24) in den Kettengliedern (12) paarweise angeordnet sind und der breitere Endabschnitt (42) der Gliederöffnungen (24) zur Mittellinie (21) des Kettengliedes (12) weist, daß die Schwenkmittel durch Paare von Gelenkkörpern (20, 22) im wesentlichen gleichen Querschnittes gebildet sind, wobei ein Gelenkkörper bezüglich eines Satzes von Kettengliedern als Kippkörper und bezüglich der benachbarten Kettenglieder als Kraft übertragender Stift dient; daß jeder Gelenkkörper (20, 22) eine den anderen Gelenkkörper rollend berührende Arbeitsfläche (30) aufweist; und daß jeder Gelenkkörper eine Anschlagfläche (30, 32, 30) aufweist, die zu dem engeren Endabschnitt (38, 36, 40) der Gliederöffnung (24) komplementäre Gestalt hat und fest in dieser einsetzt.
4. Kette nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkmittel einen Stift (20) und einen Kippkörper (22) aufweisen, die beide eine dreiflügelige Querschnittsfläche aufweisen, wobei zumindest einer der Gelenkkörper eine gekrümmte Arbeitsfläche (30) aufweist, die kippbar an einer Anschlagfläche des anderen Gelenkkörpers anliegt.

2504050

5. Kette nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkkörper im wesentlichen dreieckigen Querschnitt aufweisen.
6. Kette nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Gelenkkörper (20, 22) durch eine Hypotrochoide, vorzugsweise eine konvexe Hypotrochoide begrenzt ist.
7. Kette nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Gelenkkörper (20, 22) eine dreiflügelige Querschnittsfläche aufweist und gekrümmte Arbeitsflächen (30) mit verhältnismäßig großem Radius hat, welche durch Ecken (32) mit gekrümmten Oberflächen mit dem gegenüber kleinem Radius verbunden sind, wobei die Gelenkkörper zu um  $120^\circ$  gegeneinander versetzten Achsen symmetrisch sind.
8. Kette nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenkkörper (20, 22) im wesentlichen gleiche Querschnittsfläche aufweisen.
9. Kette nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnitte der Gelenkkörperflächen gleich sind.
10. Kette nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gliederöffnungen (24) gestreckt sind und in Längsrichtung des Kettengliedes (12) ausgerichtet sind.

509833/0622

-23-

11. Transmission, gekennzeichnet durch in Abstand angeordnete Kettenräder (56, 58) mit Zähnen und dazwischen liegenden Vertiefungen und durch eine Kette (10), wobei die Kette eine Reihe sich überlappender und wechselseitig miteinander verbundener Sätze von Kettengliedern (12) mit vorstehenden Zahnabschnitten (15) aufweist, welche die Wände (60) der Vertiefungen zwischen den Kettenradzähnen berühren, wobei die Kette (10) Schwenkmittel (20, 22) aufweist, die in den Kettengliedern (12) ausgebildete fluchtende Gliederöffnungen (24) durchsetzen, wobei jede der Gliederöffnungen (24) eiförmig ist und eine durchlaufende gekrümmte Wand aufweist mit einem ersten Endabschnitt (38, 36, 40) am einen Ende der Gliederöffnung und einem breiten Endabschnitt (42) am gegenüberliegenden Ende, wobei die Gliederöffnungen (24) paarweise in den Kettengliedern (12) durchgehend vorgesehen sind, derart, daß die ersten Endabschnitte (38, 36, 40) bei den äußeren Enden des Kettengliedes (12) liegen und die dem gegenüber breiteren Endabschnitte (42) zum Innern des Kettengliedes (12) hin liegen, wobei die Schwenkmittel durch ein Paar Gelenkkörper (20, 22) im wesentlichen gleichen Querschnittes gebildet sind, wobei ein Gelenkkörper als Kippkörper bezüglich eines Satzes von Kettengliedern dient und als Kraft Übertragender Stift bezüglich des benachbarten Kettengliedes dient; wobei jeder Gelenkkörper eine den anderen Gelenkkörper rollend berührende Arbeitsfläche (30) aufweist, und wobei jeder Gelenkkörper eine Anschlagfläche (30, 32, 30) aufweist, die zu dem ersten Endabschnitt (38, 36, 40) der Gliederöffnung (24) komplementär ist und fest in dieser einsitzt.

509833/0622

M-3384

Patentanwälte  
Dipl. Ing. H. Hauck  
Dipl. Phys. W. Schmitz  
-29-  
Dipl. Ing. E. Graafls  
Dipl. Ing. W. Wehnert  
Dipl. Phys. W. Carstens  
8 München 2  
Mozartstr. 28

2504050

FIG.1

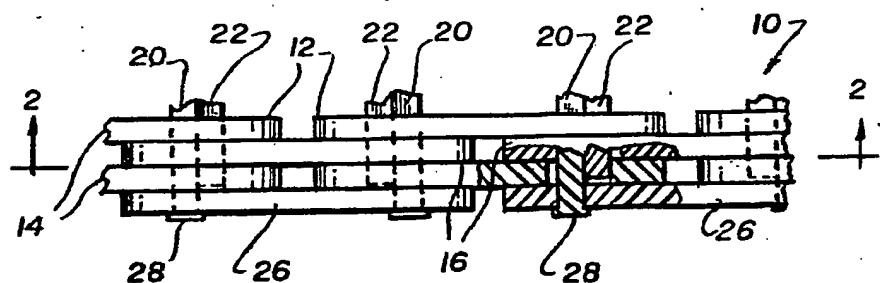
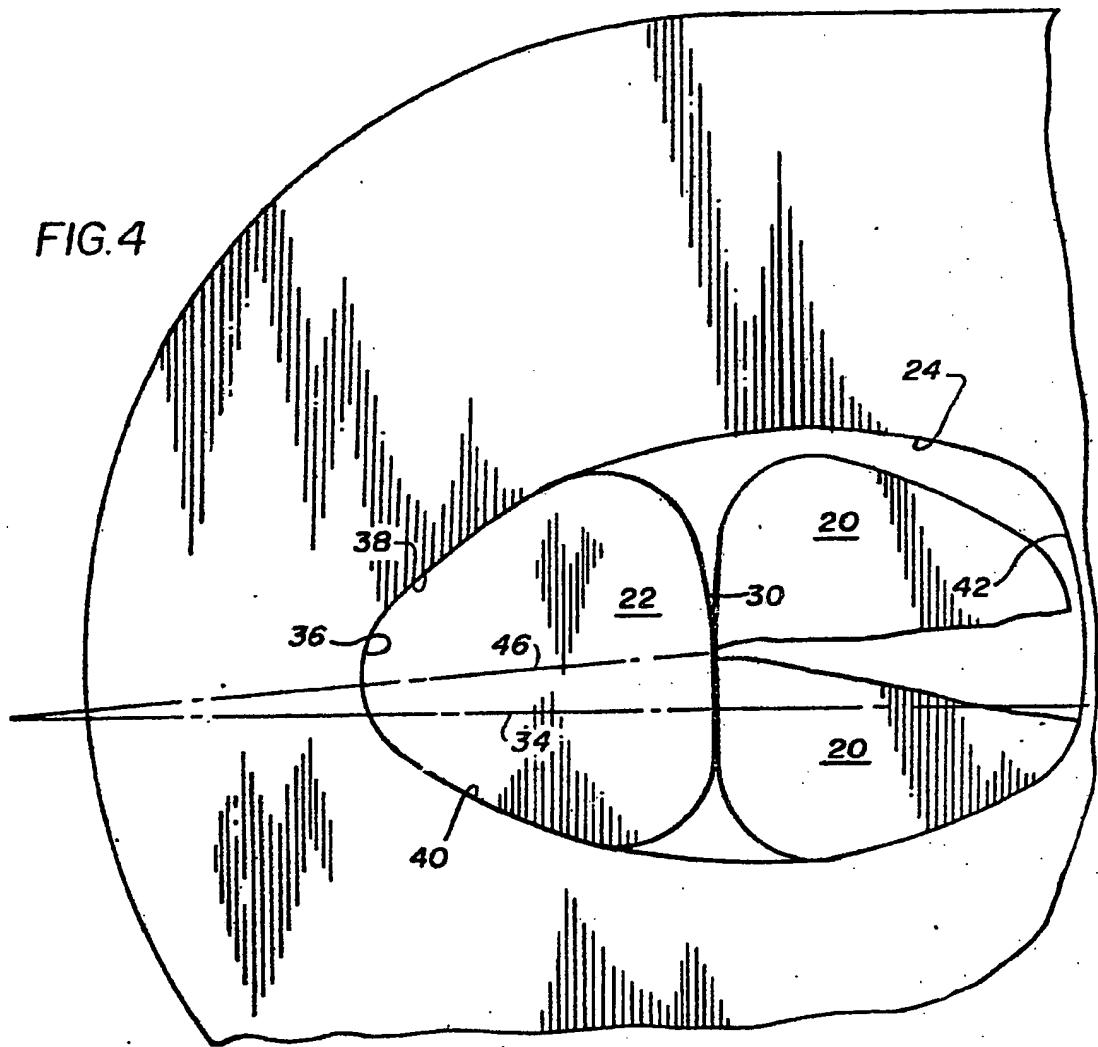


FIG.4



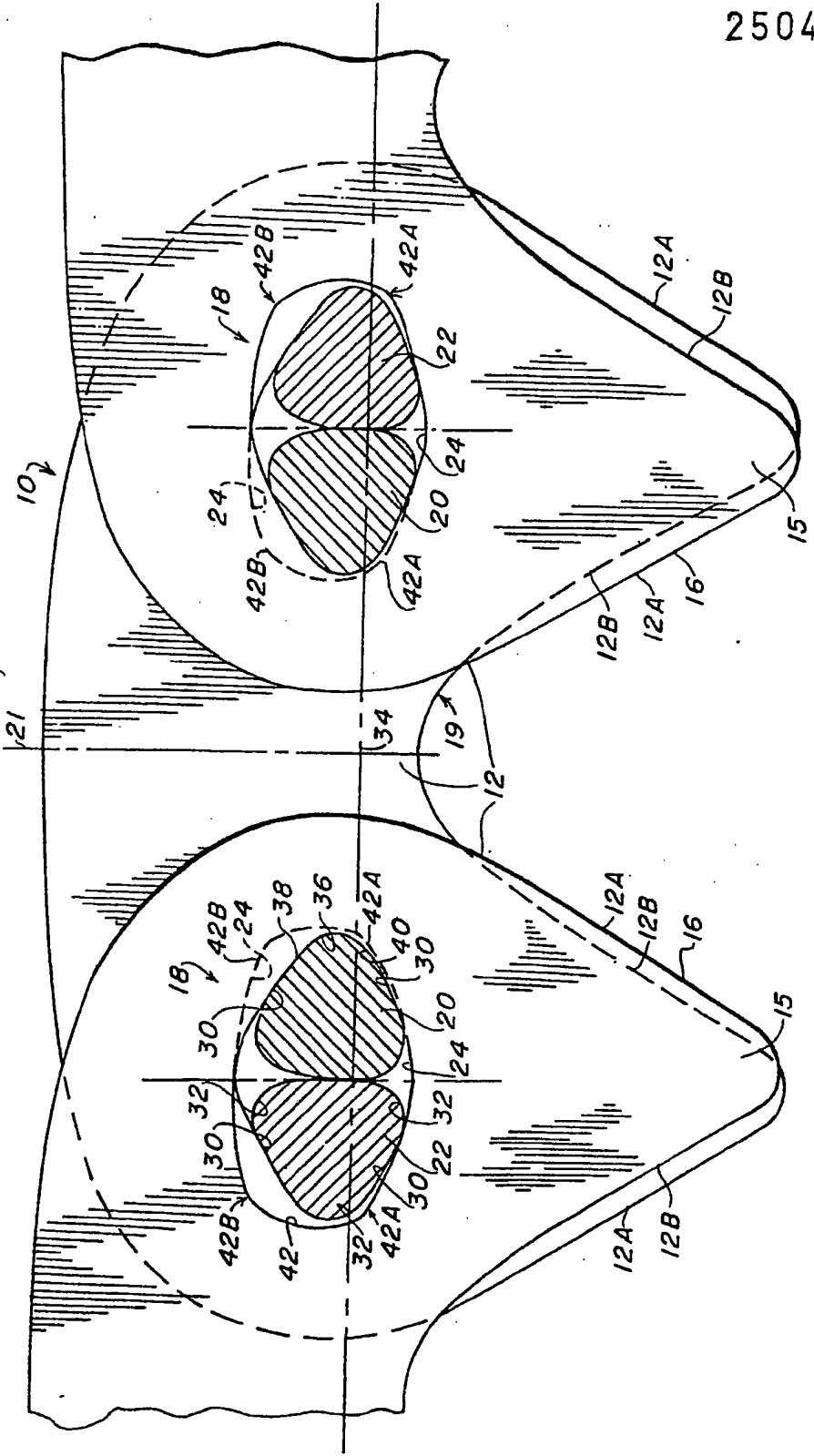
F16G 15-12 AT:31.01.1975 OT:14.08.1975

509833/0622

24

2504050

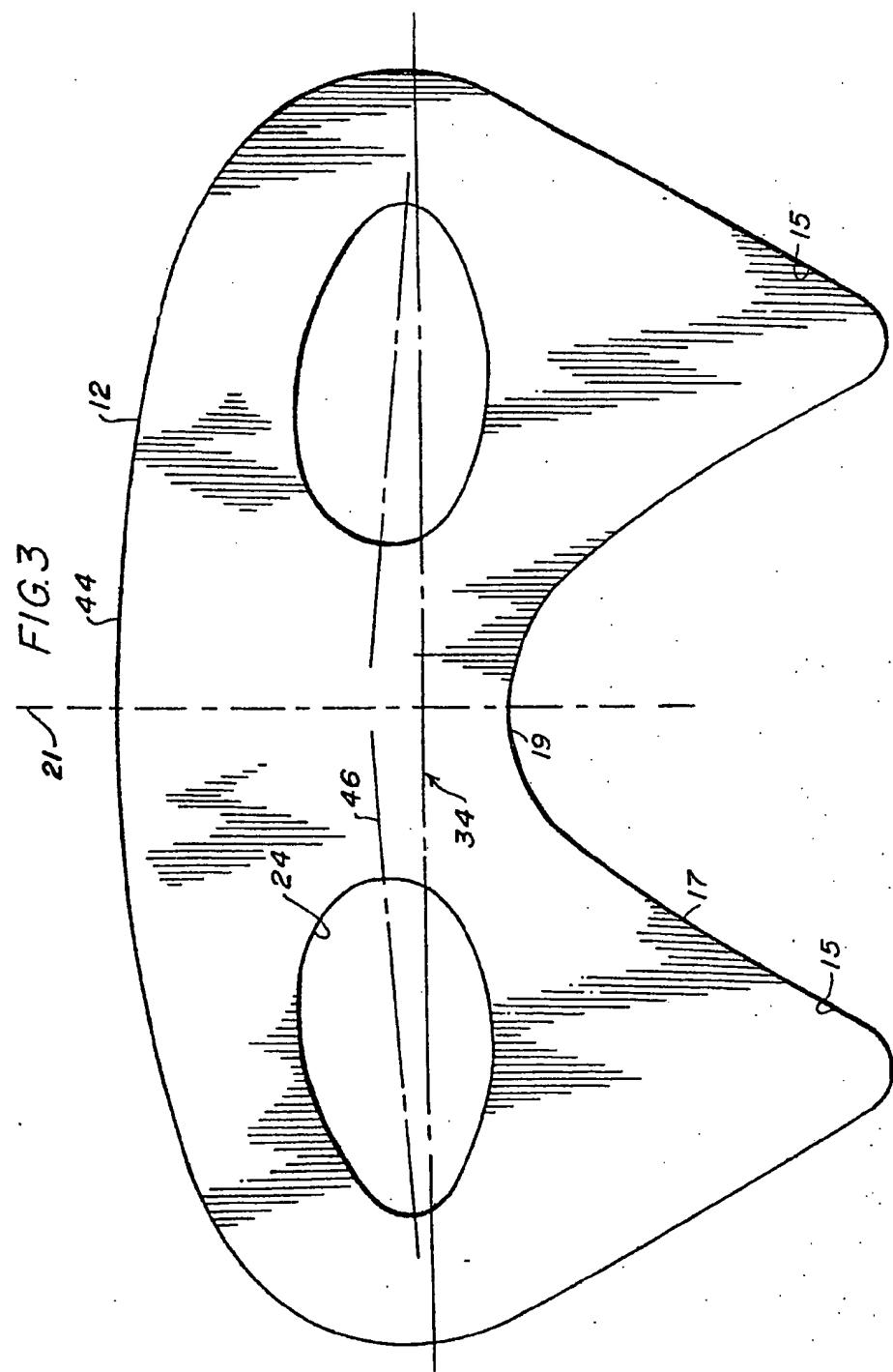
FIG. 2



509833/0622

25

2504050



509833 / 0622

26

2504050

FIG. 5.

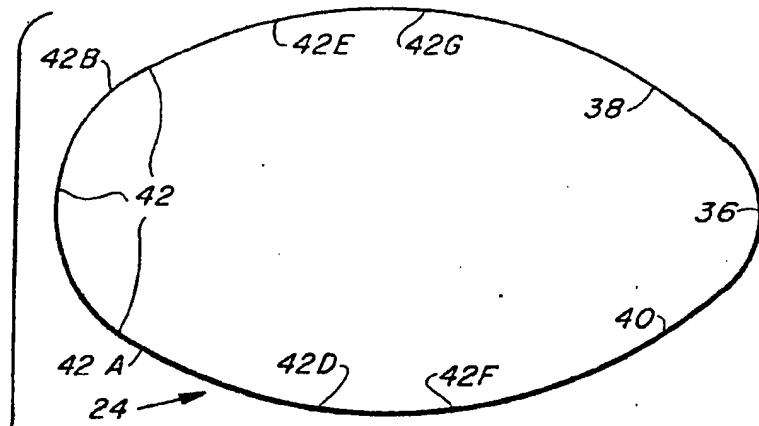
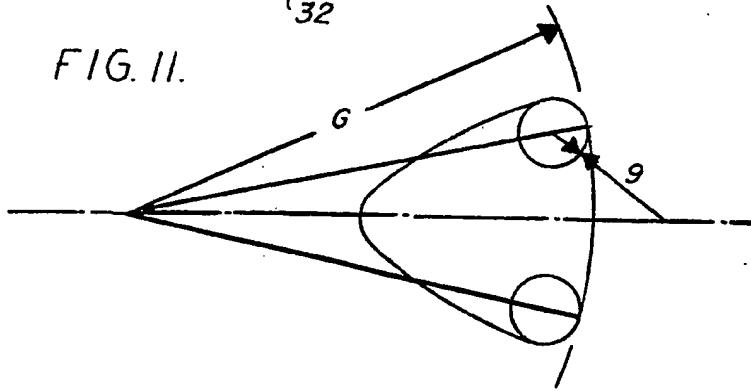


FIG. 11.



509833 / 0622

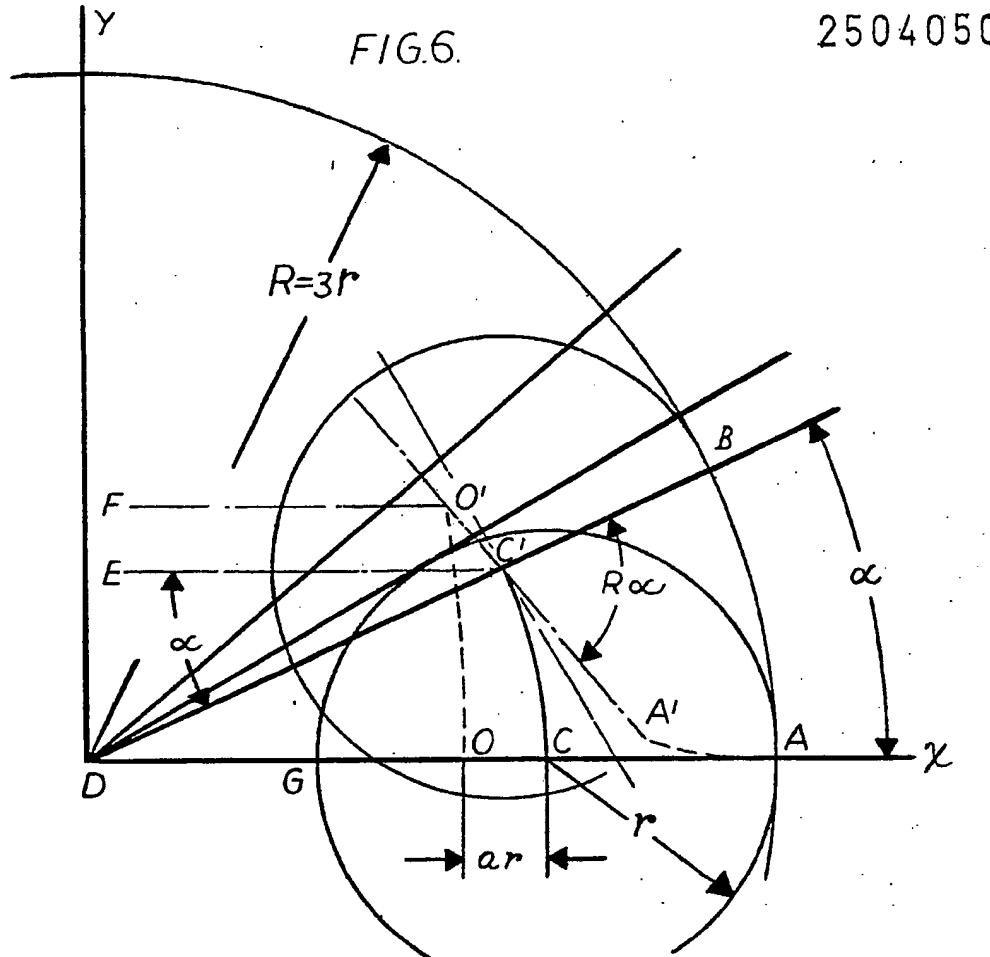


FIG.7.

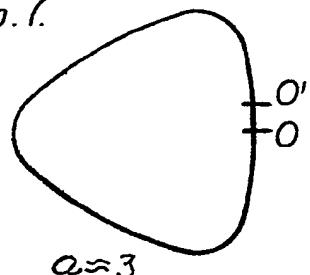


FIG.8.

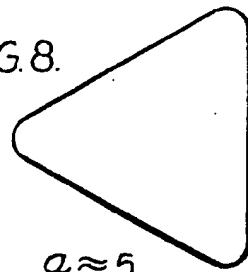


FIG.9.

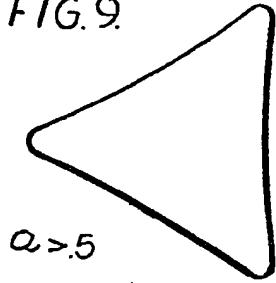
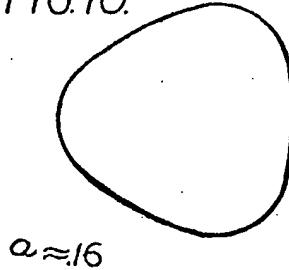


FIG.10.

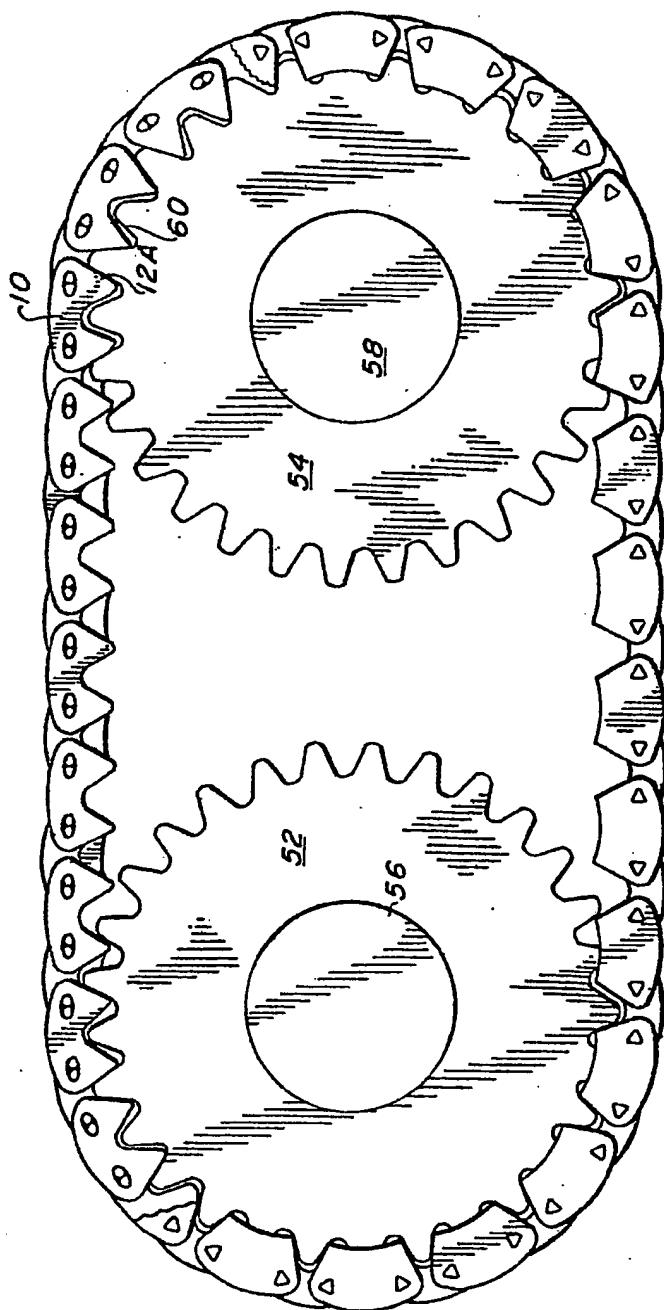


GERMANY

28

2504050

F/G.12



509833/0622

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**